

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Model *Gemini Embedding* mampu merepresentasikan preferensi pengguna *e-commerce* dalam bentuk vektor numerik berdimensi tinggi yang berada pada ruang semantik yang sama. Representasi ini memungkinkan sistem untuk menangkap hubungan laten antar pengguna berdasarkan konteks dan deskripsi perilaku, sebagaimana dibuktikan melalui proses visualisasi embedding dan analisis kemiripan pada Bab IV.
- 2) Algoritma *K-Means* dapat digunakan untuk melakukan segmentasi pengguna berbasis *embedding Gemini*. Berdasarkan hasil *Elbow Method*, jumlah *cluster* optimal diperoleh pada nilai $K = 3$, yang menghasilkan pengelompokan pengguna ke dalam segmen dengan kecenderungan minat yang berbeda, yaitu pengguna dengan minat dominan pada Produk *Fashion*, Produk Elektronik, serta pengguna dengan pola minat campuran. Berdasarkan pengujian kualitas klastering menggunakan metrik *Silhouette Score*, diperoleh nilai sebesar 0,1397. Secara teknis, nilai ini mengindikasikan bahwa struktur klaster yang terbentuk bersifat *overlapping* (tumpang tindih). Hal ini disebabkan oleh karakteristik data teks produk *e-commerce* yang memiliki kemiripan semantik sangat tinggi antar kategori, sehingga batas antar klaster tidak terpisah secara tegas (*well-separated*). Namun demikian, sistem tetap mampu memberikan rekomendasi yang relevan secara kontekstual bagi pengguna.
- 3) Kualitas pemisahan *cluster* yang dihasilkan masih bersifat moderat, yang ditunjukkan oleh nilai *Silhouette Score* sebesar 0,1397. Nilai ini mengindikasikan bahwa struktur klaster belum sepenuhnya terpisah secara tegas, namun masih dapat diterima secara analitis mengingat data perilaku pengguna *e-commerce* bersifat kompleks, multidimensi, dan cenderung

tumpang tindih.

- 4) Hasil *embedding* dan *clustering* memberikan dasar yang relevan untuk pengembangan sistem rekomendasi produk berbasis kemiripan pengguna. Pengguna yang berada dalam cluster atau memiliki jarak *embedding* yang berdekatan dapat dianggap memiliki preferensi yang serupa, sehingga pendekatan ini berpotensi meningkatkan fleksibilitas dan adaptivitas sistem rekomendasi dibandingkan metode konvensional.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan sistem rekomendasi berbasis *Gemini Embedding* dan K-Means layak digunakan sebagai studi eksploratif awal dalam pengembangan sistem rekomendasi *e-commerce* berbasis *Large Language Models*.

5.2 Saran

Berdasarkan keterbatasan yang ditemukan selama pelaksanaan penelitian ini, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya antara lain:

- 1) Penggunaan metrik evaluasi tambahan pada sistem rekomendasi, seperti *Precision@K*, *Recall@K*, atau *Normalized Discounted Cumulative Gain (NDCG)*, agar performa sistem rekomendasi dapat dievaluasi secara kuantitatif dari sisi kualitas *ranking* produk, tidak hanya dari kualitas segmentasi pengguna.
- 2) Peningkatan jumlah dan keragaman data pengguna, baik dari sisi jumlah pengguna maupun variasi atribut perilaku, sehingga proses *embedding* dan *clustering* dapat merepresentasikan kondisi pengguna *e-commerce* secara lebih realistis dan mendekati skala industri.
- 3) Eksplorasi algoritma *clustering* alternatif, seperti *DBSCAN* atau *hierarchical clustering*, yang berpotensi lebih adaptif terhadap distribusi data yang tidak berbentuk sferis dan memiliki tingkat tumpang tindih yang tinggi.
- 4) Integrasi *embedding Gemini* dengan pendekatan rekomendasi berbasis *hybrid*, yaitu mengombinasikan *collaborative filtering* berbasis *embedding*

dengan *content-based filtering* atau informasi kontekstual lainnya, untuk meningkatkan relevansi rekomendasi produk.

- 5) Pengujian sistem pada lingkungan produksi atau studi kasus nyata, sehingga performa dan stabilitas sistem dapat dievaluasi dalam kondisi penggunaan yang sesungguhnya.

